

( 2 2 . 0 3 . 0 6 )

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 5 年 1 1 月 1 1 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 5 - 3 2 7 1 4 8

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 5 - 3 2 7 1 4 8

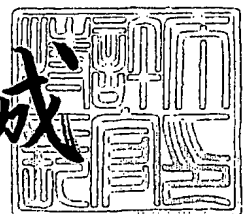
出 願 人  
Applicant(s): 日 産 自 動 車 株 式 会 社

2 0 0 6 年 3 月 1 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

中 嶋

誠



【書類名】 特許願  
【整理番号】 NM04-1133A  
【提出日】 平成17年11月11日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H02P 5/41  
H02P 6/06  
【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内  
【氏名】 大塚 英明  
【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内  
【氏名】 杉田 秀彦  
【特許出願人】  
【識別番号】 000003997  
【氏名又は名称】 日産自動車株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100066980  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 森 哲也  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100075579  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 内藤 嘉昭  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100103850  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100116012  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 宮坂 徹  
【電話番号】 03-5825-3311  
【連絡先】 担当  
【先の出願に基づく優先権主張】  
【出願番号】 特願2004-362451  
【出願日】 平成16年12月15日  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 001638  
【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0409314

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

内燃機関で駆動される発電機と、当該発電機の電力が電力変換手段を介して供給されて駆動輪を駆動する交流モータを備え、前記電力変換手段は、前記供給された電力から矩形波電圧を生成して前記交流モータに印加する矩形波電圧駆動手段と、前記供給された電力からPWM波電圧を生成して前記交流モータに印加するPWM波電圧駆動手段と、前記矩形波駆動手段による矩形波電圧駆動と前記PWM波駆動手段によるPWM波電圧駆動とを切り換える切換制御手段とを備えるモータ制御装置であって、

前記切換制御手段は、

前記交流モータの回転数とトルク指令値とに基づいて、矩形波電圧駆動とPWM波電圧駆動との切り換えを判断する切換判断手段と、

前記切換判断手段でPWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断されたとき、前記発電機の発電電圧を低下させる電圧低下手段と、

前記切換判断手段でPWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断され、且つ前記発電機の発電電圧が所定の電圧閾値以下であると判断されたとき、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換える矩形波切換手段と、

を備えることを特徴とするモータ制御装置。

**【請求項 2】**

前記切換制御手段は、前記切換判断手段でPWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断されたとき、PWM波電圧駆動のデューティ比を徐々に大きくするデューティ比変更手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のモータ制御装置。

**【請求項 3】**

前記切換制御手段は、前記交流モータの回転数が所定の回転数閾値を超えていると判断されたとき、矩形波電圧駆動へ切り換える強制切換手段を備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のモータ制御装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 モータ制御装置

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、交流モータで駆動する車両において、交流モータを制御するモータ制御装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来のモータ制御装置としては、バッテリーの直流電力を交流電力に変換してモータへ供給する際に、トルク指令値とモータの回転速度とに応じて、矩形波電圧をモータに印加して駆動制御する矩形波電圧駆動とパルス幅変調（PWM）波電圧をモータに印加して駆動制御するPWM波電圧駆動とを切り換えるものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】 特開 2 0 0 4 - 7 2 9 5 4 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 3】

ところで、矩形波電圧駆動はPWM電圧駆動と比較してデューティ比が高いため、同じトルクを発生させるために必要な電圧はPWM電圧駆動より低くなる。そのため、上記従来のモータ制御装置にあっては、PWM電圧駆動から矩形波電圧駆動に切り換わる時、一時的に電流が急増し、これによりトルクが急増してショックが発生するという未解決の課題がある。

そこで、本発明は、上記従来例の未解決の課題に着目してなされたものであり、PWM電圧駆動から矩形波電圧駆動への切り換え時に、トルク増加によるショックを低減することができるモータ制御装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 4】

上記目的を達成するために、本発明に係るモータ制御装置は、前記交流モータの回転数とトルク指令値とに基づいて、切換判断手段でPWM波電圧駆動と矩形波電圧駆動との切り換えを判断し、前記切換判断手段でPWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断されたとき、電圧低下手段で発電機の発電電圧を低下させ、前記切換判断手段でPWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断され、且つ前記発電機の発電電圧が所定の電圧閾値以下であると判断されたとき、矩形波切換手段でPWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換える。

【発明の効果】

【0 0 0 5】

本発明によれば、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換える際には、発電機の発電電圧を低下させてから切り換えるので、切り換え時のトルク増加によるショックを低減することができるという効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0 0 0 6】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本発明を四輪駆動車両に適用した場合の概略構成図である。

この図1に示すように、本実施形態の車両は、左右前輪1L、1Rが、内燃機関であるエンジン2によって駆動される主駆動輪であり、左右後輪3L、3Rが、モータ4によって駆動可能な従駆動輪である。

【0 0 0 7】

前記エンジン2の吸気管路には、例えばメインスロットルバルブとサブスロットルバルブとが介装されている。メインスロットルバルブは、アクセルペダルの踏み込み量等に応じてスロットル開度が調整制御される。サブスロットルバルブは、ステップモータ等をアク

チューエータとし、そのステップ数に応じた回転角により開度が調整制御される。従って、サブスロットルバルブのスロットル開度をメインスロットルバルブの開度以下等に調整することによって、運転者のアクセルペダルの操作とは独立して、エンジンの出力トルクを減少させることができる。つまり、サブスロットルバルブの開度調整が、エンジン 2 による前輪 1 L、1 R の加速スリップを抑制する駆動力制御となる。

#### 【0008】

上記エンジン 2 の出力トルク  $T_e$  は、トランスミッション及びディファレンスギア 5 を通じて左右前輪 1 L、1 R に伝達される。また、エンジン 2 の出力トルク  $T_e$  の一部は、無端ベルト 6 を介して電源機器である発電機 7 に伝達されることで、発電機 7 は、エンジン 2 の回転数  $N_e$  にプーリ比を乗じた回転数  $N_h$  で回転する。

上記発電機は、出力電圧を調整するための電圧調整器（レギュレータ）を備え、4WD コントローラ 8 によって調整される界磁電流  $I_{fh}$  に応じてエンジン 2 に対し負荷となり、その負荷トルクに応じた電圧を発電する。なお、発電機 7 の回転数  $N_h$  は、エンジン 2 の回転数  $N_e$  からプーリ比に基づき演算することができる。

#### 【0009】

発電機 7 が発電した電力は、ジャンクションボックス 10 及びインバータ 9 を介してモータ 4 に供給可能となっている。前記モータ 4 の駆動軸は、減速機 11 及びクラッチ 12 を介して後輪 3 L、3 R に接続可能となっている。なお、本実施形態のモータ 4 は交流モータである。また、図中の符号 13 はディファレンスギアを示す。

ジャンクションボックス 10 内には、インバータ 9 と発電機 7 とを接続・遮断するリレーが設けられている。そして、このリレーが接続されている状態で、発電機 7 から供給された交流の電力は、図示しない整流器により直流に整流され、インバータ 9 内で三相電流に変換されてモータ 4 を駆動する。

#### 【0010】

このモータ 4 の駆動状態を制御するために、ジャンクションボックス 10 内には、電流センサが設けられ、該電流センサは、発電機 7 からモータ 4 に供給される電機子電流信号を検出し、これを 4WD コントローラ 8 に出力する。また、モータ 4 の電圧が 4WD コントローラ 8 で検出される。モータ 4 の出力軸にはレゾルバが連結されており、モータ 4 の磁極位置信号  $\theta$  を出力する。

#### 【0011】

また、前記クラッチ 12 は、例えば湿式多板クラッチであって、4WD コントローラ 8 からの指令に応じて締結及び開放を行う。なお、本実施形態においては、締結手段としてのクラッチを湿式多板クラッチとしたが、例えばパウダークラッチやポンプ式クラッチであってもよい。

また、各車輪 1 L、1 R、3 L、3 R には、車輪速センサ 27 FL、27 FR、27 RL、27 RR が設けられている。各車輪速センサ 27 FL、27 FR、27 RL、27 RR は、対応する車輪 1 L、1 R、3 L、3 R の回転速度に応じたパルス信号を車輪速検出値として 4WD コントローラ 8 に出力する。

#### 【0012】

前記 4WD コントローラ 8 は、例えばマイクロコンピュータ等の演算処理装置を備えて構成され、前記各車輪速度センサ 27 FL～27 RR で検出される車輪速度信号、ジャンクションボックス 10 内の電流センサの出力信号、モータ 4 に連結されたレゾルバの出力信号及びアクセルペダル（不図示）の踏み込み量に相当するアクセル開度等が入力される。

そして、この 4WD コントローラ 8 は、前記発電機 7 の発電制御、ジャンクションボックス 10 内のリレー制御、インバータ 9 によるモータ 4 の制御、減速機 11 とディファレンスギア 13 間のクラッチ 12 の締結制御を行う。

図 2 は、インバータ 9 によるモータ 4 の制御を行うモータ制御回路 8a のブロック図である。モータ制御回路 8a は、トルク指令値  $\tau_r$  に基づいて、インバータ 9 によりモータ 4 の制御を行う。トルク指令値  $\tau_r$  は、入力されたアクセル開度などの信号から、トルク指令値演算部 100 にて演算される。

## 【0013】

前記モータ制御回路8aは、4WDコントローラ8に設けられ、電流指令演算部101と、モータ電圧指令演算部102と、制御切換部103と、 $dq/3$ 相変換部104と、PWM波制御部105と、矩形波制御部106と、モータ速度検出部107と、モータ界磁電流制御部108と、発電電圧指令演算部109とで構成され、トルク指令値 $\tau_r$ が入力されてモータ4のトルク $T$ 及び回転数 $N_m$ を制御する。また、発電電圧指令演算部109は、必要なモータ供給電圧の指令値即ち発電機7への電圧指令値 $V^*$ を出力するようになっており、この電圧指令値 $V^*$ に基づいて発電機7の発電電圧が制御される。具体的には、発電機7の界磁コイル7fに接続されたスイッチ110を制御することにより、界磁コイル7fに流れる電流を制御して、発電電圧を制御する。界磁コイル7fには、界磁コイル7fに接続されたバッテリー111、または発電機7から電流が供給される。

## 【0014】

電流指令演算部101では、トルク指令値 $\tau_r$ に基づいて、このトルク指令値 $\tau_r$ に一致するトルクを出力するための $d$ 軸（磁束成分）電流と $q$ 軸（トルク成分）電流との指令値 $I_{dr}$ 、 $I_{qr}$ を演算し、モータ電圧指令演算部102に出力する。

モータ電圧指令演算部102では、 $d$ 軸電流値 $I_d$ を $d$ 軸電流指令値 $I_{dr}$ にするための $d$ 軸電圧指令値 $V_{dr}$ と、 $q$ 軸電流値 $I_q$ を $q$ 軸電流指令値 $I_{qr}$ にするための $q$ 軸電圧指令値 $V_{qr}$ とを演算する。

## 【0015】

制御切換部103では、トルク指令値 $\tau_r$ 、モータ回転数 $N_m$ 及び発電電圧 $V$ に基づいて後述する制御切換処理を行い、矩形波電圧をモータ4に印加する矩形波電圧駆動とPWM波電圧をモータ4に印加するPWM波電圧駆動との切り換えを行う。ここで、モータ回転数 $N_m$ は、モータ速度検出部107でモータ4に連結されたレゾルバの出力信号に基づいて検出され、発電電圧 $V$ は、電圧センサ112で検出される。

## 【0016】

そして、この制御切換部103でPWM波電圧駆動に切り換えられた場合、 $dq/3$ 相変換部104で、モータ4の磁極位置信号 $\theta$ に基づいて、 $dq$ 軸電圧指令値 $V_{dr}$ 、 $V_{qr}$ を3相座標系の $U$ 相電圧指令値 $V_{ur}$ 、 $V$ 相電圧指令値 $V_{vr}$ 、 $W$ 相電圧指令値 $V_{wr}$ に変換し、PWM波制御部105に出力する。PWM波制御部105では、 $dq/3$ 相変換部104で算出した3相電圧指令値 $V_{ur}$ 、 $V_{vr}$ 、 $V_{wr}$ に基づいて、インバータ9に出力するスイッチング信号を生成する。インバータ9は、このスイッチング信号に応じた電圧を生成してモータ4へ印加することにより、PWM波電圧駆動が行われる。

## 【0017】

一方、制御切換部103で矩形波電圧駆動に切り換えられた場合、矩形波制御部106で、 $dq$ 軸電流指令値 $I_{dr}$ 、 $I_{qr}$ から公知の方法により算出される電圧位相 $\gamma$ と、モータ4の磁極位置信号 $\theta$ とに基づいて、インバータ9に出力するスイッチング信号を生成する。そして、インバータ9は、このスイッチング信号に応じた電圧を生成してモータ4へ印加することにより、矩形波電圧駆動が行われる。

また、モータ界磁電流制御部108では、トルク指令値 $\tau_r$ に基づいて、モータ4の界磁電流を制御する。

## 【0018】

この図2において、制御切換部103で切換制御手段を構成し、 $dq/3$ 相変換部104及びPWM波制御部105でPWM波電圧駆動手段を構成し、矩形波制御部106で矩形波電圧駆動手段を構成し、発電電圧指令演算部109及びスイッチ110で電圧低下手段を構成している。また、図2のモータ制御回路8aとインバータ9とで電力変換手段を構成している。

なお、上記モータ4の制御を4WDコントローラ8とは別のコントローラで行うようにしてもよい。

## 【0019】

図3は、制御切換部103で実行する制御切換処理を示すフローチャートである。この

制御切換処理は所定時間毎のタイマ割込み処理により実行され、先ずステップS1で、図4に示すPWM/矩形波制御マップを参照し、モータ4の回転数 $N_m$ とトルク指令値 $\tau_r$ とに基づいてPWM波電圧駆動と矩形波電圧駆動との切り換え判断を行う。このPWM/矩形波制御マップにおいて、領域AはPWM波電圧駆動を行う領域であり、領域Bは矩形波電圧駆動を行う領域である。

#### 【0020】

一般に、矩形波電圧による制御は、PWM波電圧による制御に比べて電圧利用率の点で優れており、高出力が得られるが、トルク指令値 $\tau_r$ やモータ回転数 $N_m$ が急変する過渡変化時には、PWM波電圧による制御に比べて応答が悪い。そのため、トルク指令値 $\tau_r$ とモータ回転数 $N_m$ が小さい領域Aでは、モータ出力は最高出力よりも低い状態で運転されるので、高出力を得るための矩形波電圧駆動よりも応答性がよいPWM波電圧駆動の方が適している。逆に、トルク指令値 $\tau_r$ とモータ回転数 $N_m$ が大きい領域Bでは、モータ出力は最高出力に近い状態で運転されるので、応答性がよいPWM波電圧駆動よりも高出力を得るための矩形波電圧駆動の方が適している。

#### 【0021】

また、モータ回転数 $N_m$ が所定の回転数閾値 $N_1$ を上回っている状態では、矩形波電圧駆動を行うものと判断する。ここで、回転数閾値 $N_1$ は、PWM波電圧駆動の限界値として設定する。この限界値は、例えば、4WDコントローラ8の演算処理能力によって設定される。この場合、回転数閾値 $N_1$ は、4WDコントローラ8の演算処理能力によって設定される。

#### 【0022】

このようにステップS1で、トルク指令値 $\tau_r$ とモータ回転数 $N_m$ とがPWM波電圧駆動を行う領域A内にあるか否かを判定し、領域A内にある場合はステップS2に移行し、領域B内にある場合は後述するステップS6に移行する。

ステップS2では、発電機7の電圧指令値 $V^*$ を指令値 $V_2$ から指令値 $V_1$  ( $>V_2$ )に変更する。ここで、指令値 $V_1$ はPWM波電圧駆動でトルクを発生するために必要な電圧値であり、指令値 $V_2$ は矩形波電圧駆動でトルクを発生するために必要な電圧値である。矩形波電圧駆動はデューティ比が高く、同じトルクを発生させるために必要な電圧はPWM波電圧駆動よりも低いため、 $V_1 > V_2$ となる。

#### 【0023】

次にステップS3では、発電電圧 $V$ が所定の電圧閾値 $V_{ref1}$ 以下であるか否かを判定し、 $V > V_{ref1}$ であるときにはステップS4に移行する。

ステップS4では、PWM波電圧駆動に切り換えてからタイマ割込み処理を終了する。

一方、前記ステップS3の判定結果が $V \leq V_{ref1}$ であるときには、ステップS5に移行して、矩形波電圧駆動を維持してからタイマ割込み処理を終了する。

また、ステップS6では、発電機7への電圧指令値 $V^*$ をPWM波電圧駆動での指令値 $V_1$ から矩形波電圧駆動での指令値 $V_2$ に変更し、ステップS7に移行する。

#### 【0024】

ステップS7では、発電電圧 $V$ が所定の電圧閾値 $V_{ref2}$ 以下であるか否かを判定し、 $V \leq V_{ref2}$ であるときにはステップS8に移行し、矩形波電圧駆動に切り換えてからタイマ割込み処理を終了する。ここで、電圧閾値 $V_{ref2}$ は、矩形波電圧駆動での指令値 $V_2$ に所定値 $\alpha$  (例えば、5V程度)を加算した値とする。つまり、電圧閾値 $V_{ref2}$ は、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動に切り換えても実トルクが変化しない発電機7の発電電圧に所定値 (例えば、5V)を加算したものである。

#### 【0025】

また、前記ステップS7の判定結果が $V > V_{ref2}$ であるときには、ステップS9に移行して、モータの回転数 $N_m$ が回転数閾値 $N_1$ を上回っているか否かを判定する。

ステップS9の判定結果が $N_m > N_1$ であるときには前記ステップS8に移行し、 $N_m \leq N_1$ であるときにはステップS10に移行する。

ステップS10では、PWM波電圧駆動を維持してからタイマ割込み処理を終了する。

この図3の処理において、ステップS1の処理が切換判断手段に対応し、ステップS6の処理が電圧低下手段に対応し、ステップS7及びS8の処理が矩形波切換手段に対応し、ステップS9の処理が強制切換手段に対応している。

【0026】

次に、上記第1の実施形態の動作を、図5に示すタイムチャートをもとに説明する。

この図5において、(a)は発電機7の電圧指令値 $V^*$ 、(b)は発電機7の発電電力 $V$ (発電機出力 $V$ )、(c)は実トルク $T1$ を示している。

今、トルク指令値 $\tau_r$ 及びモータ回転数 $N_m$ が低い状態であり、図4に示すPWM/矩形波制御マップにおける領域Aの範囲内にあるものとする。この場合には、モータ4にPWM波電圧を印加して駆動するPWM波電圧駆動によって、応答性の良い制御が行われる。このとき、電圧指令値 $V^*=V1$ である。

【0027】

この状態から、モータ回転数 $N_m$ が増加して、時刻 $t1$ で図4に示すPWM/矩形波制御マップにおける領域Bの範囲内に移行したものとする。この場合には、図3の制御切換処理において、ステップS1からステップS6に移行して、発電機7の電圧指令値 $V^*$ を指令値 $V1$ から指令値 $V2$ へ下げる。このとき、発電電圧 $V$ は電圧閾値 $V_{ref2}$ を上回っているため、ステップS7の判定によりステップS9に移行する。モータ回転数 $N_m$ が回転数閾値 $N1$ 以下であるとする、ステップS9からステップS10に移行して、PWM波電圧駆動を継続する。

【0028】

ところで、発電機7の界磁コイル7fを流れる界磁電流は、発電機7の巻線インダクタンスにより、時定数を持って緩やかに低下する特性をもっているため、図5(a)に示すように時刻 $t1$ で電圧指令値 $V^*$ を指令値 $V1$ から指令値 $V2$ へ下げても、発電機の発電電圧 $V_h$ は、電圧指令値 $V^*$ に追従して急激に減少することではなく、図5(b)に示すように緩やかに減少していく。また、このとき発電 $V$ が減少しても、図5(c)に示すように実トルク $T1$ は変化しない。

その後、時刻 $t2$ で発電電圧 $V$ が電圧閾値 $V_{ref2}$ 以下となると、ステップS7の判定によりステップS8に移行して、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動に切り換わる。

【0029】

図6は、電圧指令値 $V^*$ を指令値 $V1$ から指令値 $V2$ へ下げると同時にPWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動に切り換えた場合の各信号の状態を示している。

この図からも明らかなように、時刻 $t0$ で電圧指令値 $V^*$ の低下と矩形波電圧駆動への切り換えとを同時に行うと、この時点では発電電圧 $V$ は高いままとなっており、矩形波電圧駆動に切り換わることでデューティ比が急に高くなるため、実トルク $T1$ が急増してショックが発生するという問題がある。

【0030】

これに対して本実施形態では、発電電圧 $V$ が電圧閾値 $V_{ref2}$ 以下となった時点で矩形波電圧駆動へ切り換えるので、図5(c)に示すようにデューティ比が高くなっても実トルク $T1$ の急増を抑制でき、トルク増加によるショックを低減することができる。

一方、時刻 $t1$ で電圧指令値 $V^*$ を低下させた後、発電モータ電圧 $V$ が電圧閾値 $V_{ref2}$ を上回っている状態で、モータ回転数 $N_m$ が回転数閾値 $N1$ を上回った場合には、ステップS9の判定によりステップS8に移行して、強制的に矩形波電圧駆動に切り換わる。

【0031】

このように、上記第1の実施形態では、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断されたとき、発電機7の発電電圧 $V$ を低下し、電圧値が所定値以下となったときに矩形波電圧駆動へ切り換えるので、切り換え時におけるトルク増加によるショックを低減することができる。

また、モータ回転数が所定値を上回ったと判断したときには、強制的に矩形波電圧駆動へ切り換えるので、モータ回転数が高いことによるPWM波電圧駆動の誤動作を防止する。

ことができる。

【0032】

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

この第2の実施形態は、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断されたとき、PWM波制御部105において、デューティ比を矩形波電圧駆動のデューティ比まで段階的に大きくしてから矩形波電圧駆動に切り換えるようにしたものである。

すなわち、第2の実施形態においては、制御切換部103で実行される制御切換処理を図7に示すように、先ずステップS21で図4に示すPWM/矩形波制御マップを参照し、モータ4の回転数 $N_m$ とトルク指令値 $\tau_r$ とに基づいてPWM波電圧駆動と矩形波電圧駆動との切り換え判断を行う。

【0033】

そして、トルク指令値 $\tau_r$ とモータ回転数 $N_m$ とがPWM波電圧駆動を行う領域A内にあるか否かを判定し、領域A内にある場合にはステップS22に移行し、領域B内にある場合は後述するステップS29に移行する。

ステップS22では、発電電圧 $V$ が第2指令値 $V''$ より小さいか否かを判定し、 $V < V''$ であるときにはステップS23に移行して、発電機7の電圧指令値 $V^*$ を、指令値 $V_2$ からデューティ比を1段階下げたときの第2指令値 $V''$  ( $> V_2$ )に変更してからステップS24に移行し、PWM波電圧駆動に切り換えてタイマ割込み処理を終了する。

【0034】

また、前記ステップS22の判定結果が $V \geq V''$ であるときには、ステップS25に移行し、発電電圧 $V$ が第1指令値 $V'$ より小さいか否かを判定する。 $V'' \leq V < V'$ であるときには、ステップS26に移行して、発電機7の電圧指令値 $V^*$ を、第2指令値 $V''$ からデューティ比を1段階下げたときの第1指令値 $V'$  ( $> V''$ )に変更してから前記ステップS24に移行する。

【0035】

また、前記ステップS25の判定結果が“N o”であるときには、ステップS27に移行して、発電電圧 $V$ が第1指令値 $V'$ 以上であるか否かを判定する。そして、 $V \geq V'$ であるときにはステップS28に移行して、発電機7の電圧指令値 $V^*$ を、第1指令値 $V'$ からデューティ比を1段階下げたときの指令値 $V_1$  ( $> V'$ )に変更する。また、前記ステップS27の判定結果が $V < V'$ であるときには、そのまま前記ステップS24に移行する。

ステップS29では、モータの回転数 $N_m$ が回転数閾値 $N$  ( $= N_1$ )を上回っているか否かを判定し、 $N_m > N$ であるときにはステップS30に移行して、矩形波電圧駆動に切り換えてからタイマ割込み処理を終了する。

【0036】

一方、前記ステップS29の判定結果が $N_m \leq N$ であるときには、ステップS31に移行して、発電電圧 $V$ が第1指令値 $V'$ より大きいと判定し、 $V > V'$ であるときにはステップS32に移行して、デューティ比を $V'$ 用のデューティ比に上げて、ステップS33に移行する。ステップS33では、発電機7の電圧指令値 $V^*$ を、指令値 $V_1$ からデューティ比を1段階上げたときの第1指令値 $V'$ に変更してからステップS34に移行する。ステップS34では、PWM波電圧駆動を維持してからタイマ割込み処理を終了する。

【0037】

なお、本実施形態では、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えるとき、PWM波電圧駆動のデューティ比から矩形波電圧駆動のデューティ比まで3段階で徐々に上げ、デューティ比が矩形波電圧駆動のデューティ比となり、発電電圧 $V$ が $V_2$ となった時点で矩形波電圧駆動へ切り換えるようにする。

前記ステップS31の判定結果が $V \leq V'$ であるときには、ステップS35に移行して、発電電圧 $V$ が第2指令値 $V''$ より大きいと判定する。 $V'' < V \leq V'$ であるときにはステップS36に移行して、デューティ比を $V''$ 用のデューティ比に上げて、ス

テップS 3 7に移行する。ステップS 3 7では、発電機7の電圧指令値 $V^*$ を、第1指令値 $V'$ からデューティ比を1段階上げたときの第2指令値 $V''$ に変更してから前記ステップS 3 4に移行する。

【0038】

また、前記ステップS 3 5の判定結果が“N o”であるときには、ステップS 3 8に移行して、発電電圧 $V$ が第2指令値 $V''$ 以下であるか否かを判定する。そして、 $V \leq V''$ であるときにはステップS 3 9に移行して、 $V''$ 用デューティ比を矩形波電圧駆動と同じデューティ比に上げて、ステップS 4 0に移行する。ステップS 4 0では、発電機7の電圧指令値 $V^*$ を、第2指令値 $V''$ からデューティ比を1段階上げたとき、つまり矩形波電圧駆動と同じ指令値 $V_2$ に変更し、前記ステップS 3 4に移行する。一方、 $V > V''$ であるときには、そのまま前記ステップS 3 0に移行して矩形波制御に切り替える。

この図7の処理において、ステップS 2 9の処理が強制切換手段に対応し、ステップS 3 2、S 3 6、S 3 9の処理がデューティ比変更手段に対応している。つまり、図3においては、制御切替部103が強制切換手段に対応し、PWM波制御部105がデューティ比変更手段に対応している。

【0039】

次に、第2の実施形態の動作を、図8に示すタイムチャートをもとに説明する。

この図8において、(a)は発電機7の電圧指令値 $V^*$ 、(b)は発電機7の出力電圧 $V$ 、(c)は実トルク $T_1$ を示している。

今、トルク指令値 $\tau_r$ 及びモータ回転数 $N_m$ が低い状態であり、図4に示すPWM/矩形波制御マップにおける領域Aの範囲内にあるものとする。この場合には、モータ4にPWM波電圧を印加して駆動するPWM波電圧駆動によって、応答性の良い制御が行われる。このとき、電圧指令値 $V^* = V_1$ である。

【0040】

この状態から、モータ回転数 $N_m$ が増加するなどして、時刻 $t_1$ で図4に示すPWM/矩形波制御マップにおける領域Bの範囲内に移行したものとする。モータ回転数 $N_m$ が回転数閾値 $N_1$ 以下であるとする。図7の制御切換処理において、ステップS 2 9からステップS 3 1を経てステップS 3 2に移行して、デューティ比を $V'$ 用のデューティ比に上げて、ステップS 3 3に移行する。ステップS 3 3では、発電機7の電圧指令値 $V^*$ を、指令値 $V_1$ からデューティ比を1段階上げたときの第1指令値 $V'$ へ下げ、PWM波電圧駆動を継続する。このとき、デューティ比が1段階上がるので実トルク $T_1$ は跳ね上がるが、図6(c)に示す実トルク $T_1$ の跳ね上がりより小さくなる。

【0041】

その後、発電機7の電圧の低下に伴って発電電圧 $V$ が低下していき、時刻 $t_2$ で $V = V'$ となると、ステップS 3 5の判定によりステップS 3 6に移行して、デューティ比を $V''$ 用のデューティ比に上げて、ステップS 3 7に移行する。ステップS 3 7では、発電機7の電圧指令値 $V^*$ を、第1指令値 $V'$ からデューティ比を1段階上げたときの第2指令値 $V''$ へ下げ、PWM波電圧駆動を継続する。

【0042】

このようにしてデューティ比を1段階ずつ上げていき、時刻 $t_4$ で発電モータ電圧 $V$ が指令値 $V_2$ に達すると、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動に切り換える。このとき、デューティ比は矩形波電圧駆動のデューティ比となっているので、実トルク $T_1$ の跳ね上がりは発生しない。

このように、上記第2の実施形態では、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えるとき、発電電圧を低下させながらデューティ比を徐々に大きくするので、デューティ比を切り換える際のモータ電圧の跳ね上がりを比較的小さく抑えることができ、矩形波電圧駆動への切り換え時におけるトルク増加によるショックを低減することができる。

【0043】

なお、上記第2の実施形態においては、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動に切り換える際、デューティ比を3段階で大きくする場合について説明したが、これに限定され

るものではなく、何段階に設定してもよく、さらには、デューティー比を滑らかに大きくするようにしてもよい。デューティー比の切り換えのタイミングが細かいほどトルク変動は小さくすることができる。

【0044】

また、上記第2の実施形態においては、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動に切り換える際、発電電圧が矩形波電圧駆動での指令値に達した時点で矩形波電圧駆動に切り換える場合について説明したが、これに限定されるものではなく、前述した第1の実施形態のように、発電電圧が所定の電圧閾値に達した時点で矩形波電圧駆動に切り換えるようにしてもよい。

【0045】

さらに、上記第2の実施形態においては、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動に切り換える際、デューティー比を上げるタイミングに合わせて発電機への電圧指令値を下げる場合について説明したが、これに限定されるものではなく、発電機への電圧指令値は図8の時刻 $t_1$ で指令値 $V_1$ から指令値 $V_2$ に下げ、発電電圧 $V$ をモニタしてデューティー比を段階的に上げるようにしてもよい。

【0046】

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。

この第3の実施形態は、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断されたとき、PWM波制御部105において、発電機7の発電電圧 $V$ が $V_{ref2}$ となる時間 $t_2$ を推定し、タイマ113において、時間 $t_2$ になったことをもって、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えるものである。発電機7の発電電圧 $V$ が $V_{ref2}$ となる時間 $t_2$ は、発電機7の発電電圧と電圧指令値との偏差、および、発電機7の界磁コイル7fの時定数から推定することができる。

【0047】

図9は、制御切換部103で実行する制御切換処理を示すフローチャートである。この制御切換処理は所定時間毎のタイマ割込み処理により実行され、先ずステップS101で、図4に示すPWM/矩形波制御マップを参照し、モータ4の回転数 $N_m$ とトルク指令値 $\tau_r$ とに基づいてPWM波電圧駆動と矩形波電圧駆動との切り換え判断を行う。このPWM/矩形波制御マップにおいて、領域AはPWM波電圧駆動を行う領域であり、領域Bは矩形波電圧駆動を行う領域である。

そして、トルク指令値 $\tau_r$ とモータ回転数 $N_m$ とがPWM波電圧駆動を行う領域A内にあるか否かを判定し、領域A内にある場合はステップS102に移行し、領域B内にある場合は後述するステップS106に移行する。

【0048】

ステップS102では、発電機7の電圧指令値 $V^*$ を指令値 $V_2$ から指令値 $V_1$  ( $>V_2$ )に変更する。次にステップS103では、モータ制御回路8aに設けられたタイマ113の時間 $t$ が時間 $t_2$ 以上であるか否かを判定し、 $t \geq t_2$ であるときにはステップS104に移行する。ここで、時間 $t_2$ は、発電機7の発電電圧 $V$ と電圧閾値 $V_{ref1}$ との偏差、および、発電機7の界磁コイル7fの時定数から演算されたものである。ステップS104では、PWM波電圧駆動に切り換えてからタイマ割込み処理を終了する。

【0049】

一方、前記ステップS103の判定結果が $t < t_2$ であるときには、ステップS5に移行して、矩形波電圧駆動を維持してからタイマ割込み処理を終了する。

また、ステップS106では、発電機7への電圧指令値をPWM波電圧駆動での指令値 $V_1$ から矩形波電圧駆動での指令値 $V_2$ に変更し、ステップS107に移行する。

ステップS107では、時間 $t$ が所定時間 $t_2$ 以上であるか否かを判定し、 $t \geq t_2$ であるときにはステップS108に移行し、矩形波電圧駆動に切り換えてからタイマ割込み処理を終了する。ここで、時間 $t_2$ は、発電機7の発電電圧 $V$ と電圧閾値 $V_{ref2}$ との偏差、および、発電機7の界磁コイル7fの時定数から演算されたものである。

【0050】

また、前記ステップ S107 の判定結果が  $t < t_2$  であるときには、ステップ S109 に移行して、モータの回転数  $N_m$  が回転数閾値  $N_1$  を上回っているか否かを判定する。ステップ S109 の判定結果が  $N_m > N_1$  であるときには前記ステップ S108 に移行し、 $N_m \leq N_1$  であるときにはステップ S110 に移行する。

ステップ S110 では、PWM 波電圧駆動を維持してからタイマ割込み処理を終了する。

#### 【0051】

この図 9 の処理において、ステップ S101 の処理が切換判断手段に対応し、ステップ S106 の処理が電圧低下手段に対応し、ステップ S107 が電圧低下検出手段に対応し、S108 の処理が矩形波切換手段に対応し、ステップ S109 の処理が強制切換手段に対応している。上記第 3 の実施形態の動作は、第 1 の実施形態と同様である。

上記第 1 ～ 第 3 の実施形態は、主駆動輪を駆動する内燃機関、つまりエンジンで駆動される発電機から電力が供給される場合について説明したが、本発明はこれに限らず、エンジンで駆動輪を駆動しない車両にも適用することもできる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0052】

【図 1】 本発明の実施形態を示す概略構成図である。

【図 2】 モータ制御回路のブロック図である。

【図 3】 第 1 の実施形態における制御切換処理を示すフローチャートである。

【図 4】 PWM/矩形波制御マップである。

【図 5】 第 1 の実施形態の動作を説明するタイムチャートである。

【図 6】 本発明の比較例の動作を説明するタイムチャートである。

【図 7】 第 2 の実施形態における制御切換処理を示すフローチャートである。

【図 8】 第 2 の実施形態の動作を説明するタイムチャートである。

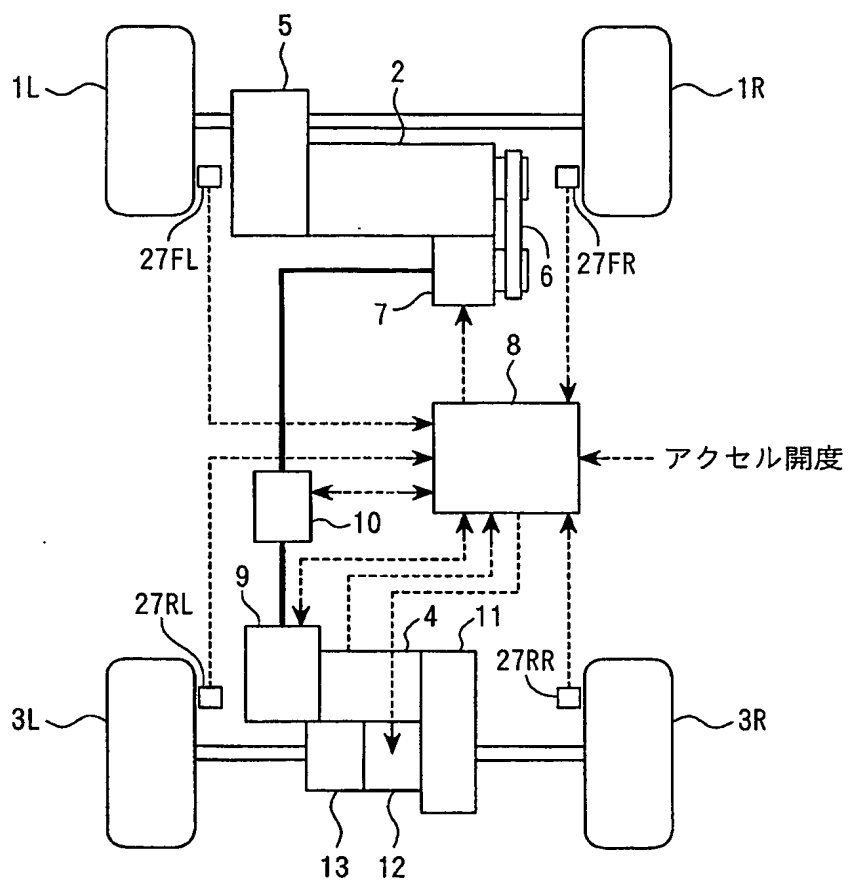
【図 9】 第 3 の実施形態における制御切換処理を示すフローチャートである。

#### 【符号の説明】

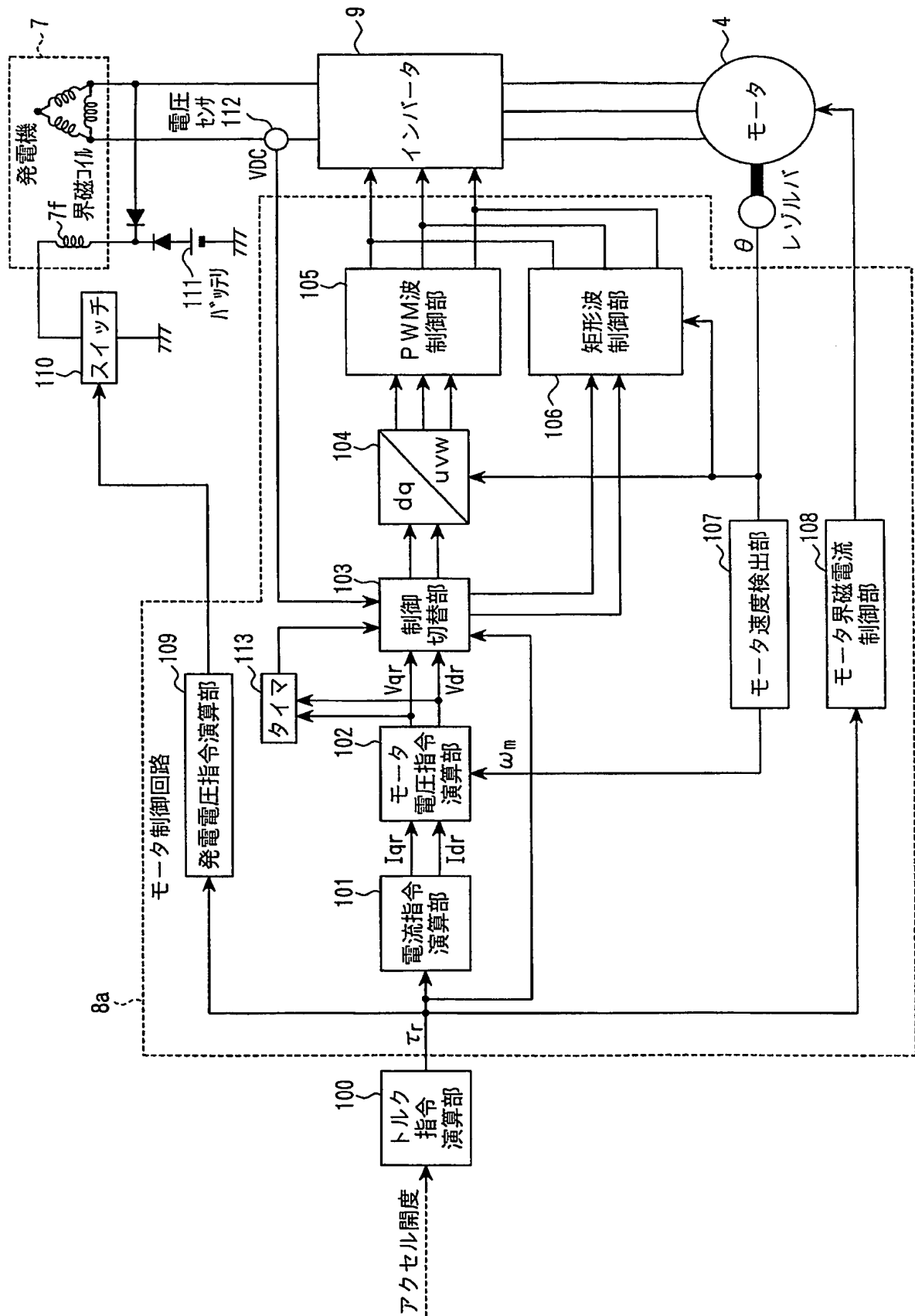
#### 【0053】

- 1 L、1 R 前輪
- 2 エンジン
- 3 L、3 R 後輪
- 4 モータ
- 6 ベルト
- 7 発電機
- 8 4WD コントローラ
- 9 インバータ
- 10 ジャンクションボックス
- 11 減速機
- 12 クラッチ
- 27 FL、27 FR、27 RL、27 RR 車輪速センサ
- 101 電流指令演算部
- 102 電圧指令演算部
- 103 制御切換部
- 104  $dq/3$  相変換部
- 105 PWM 波制御部
- 106 矩形波制御部
- 107 モータ速度検出部
- 108 モータ界磁電流制御部

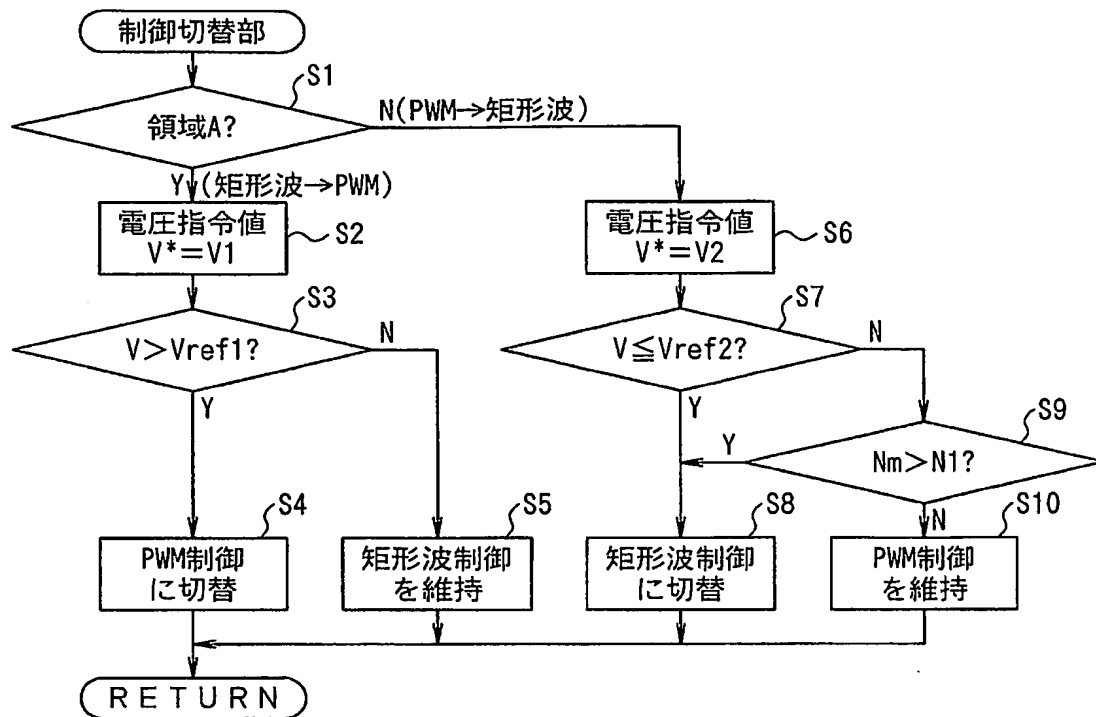
【書類名】 図面  
【図 1】



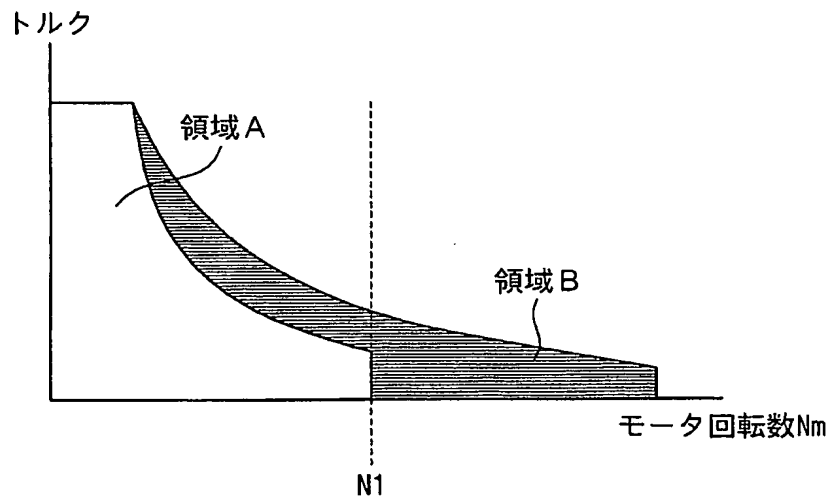
【図2】



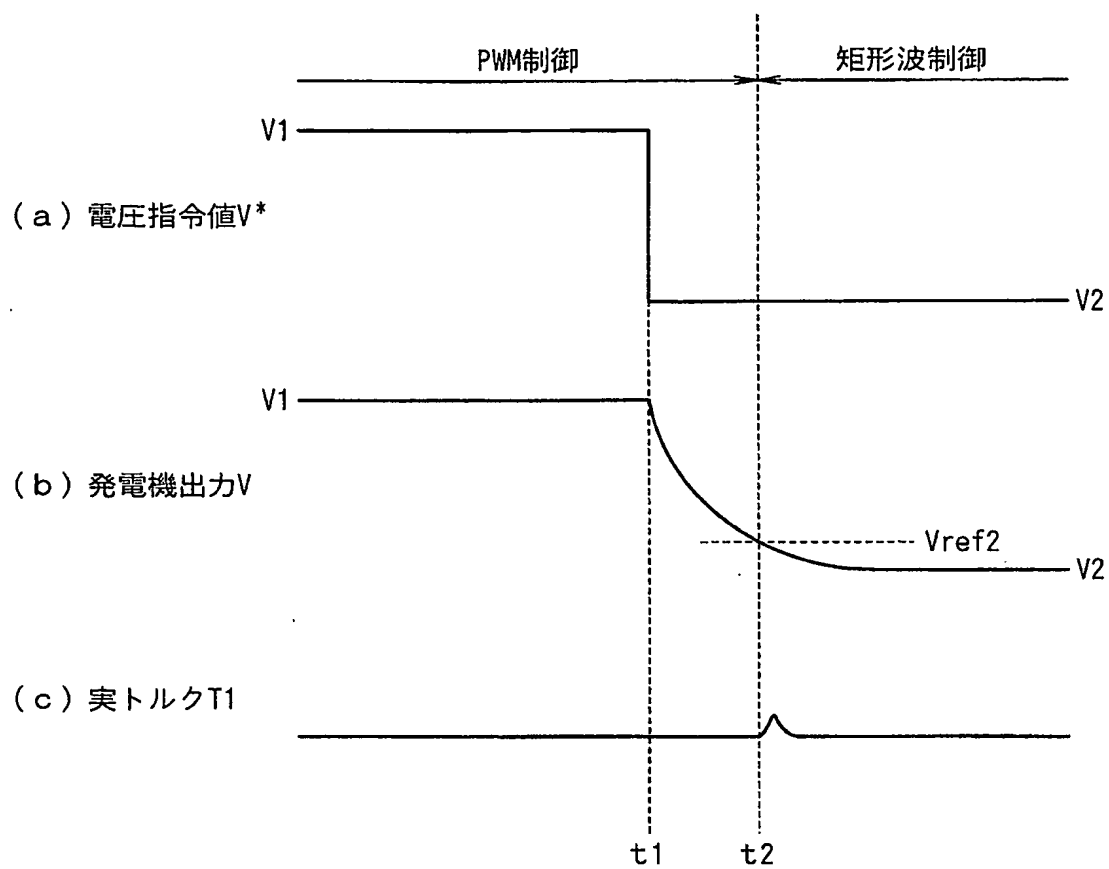
【図 3】



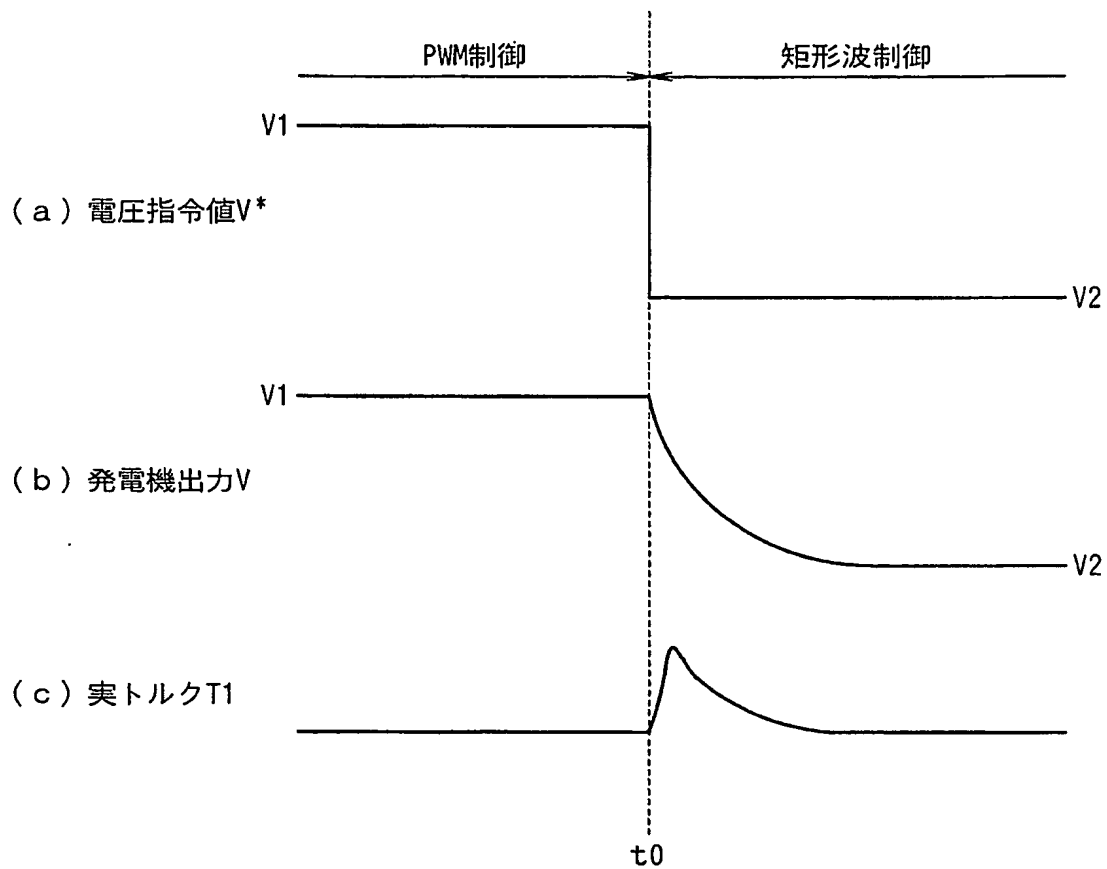
【図 4】



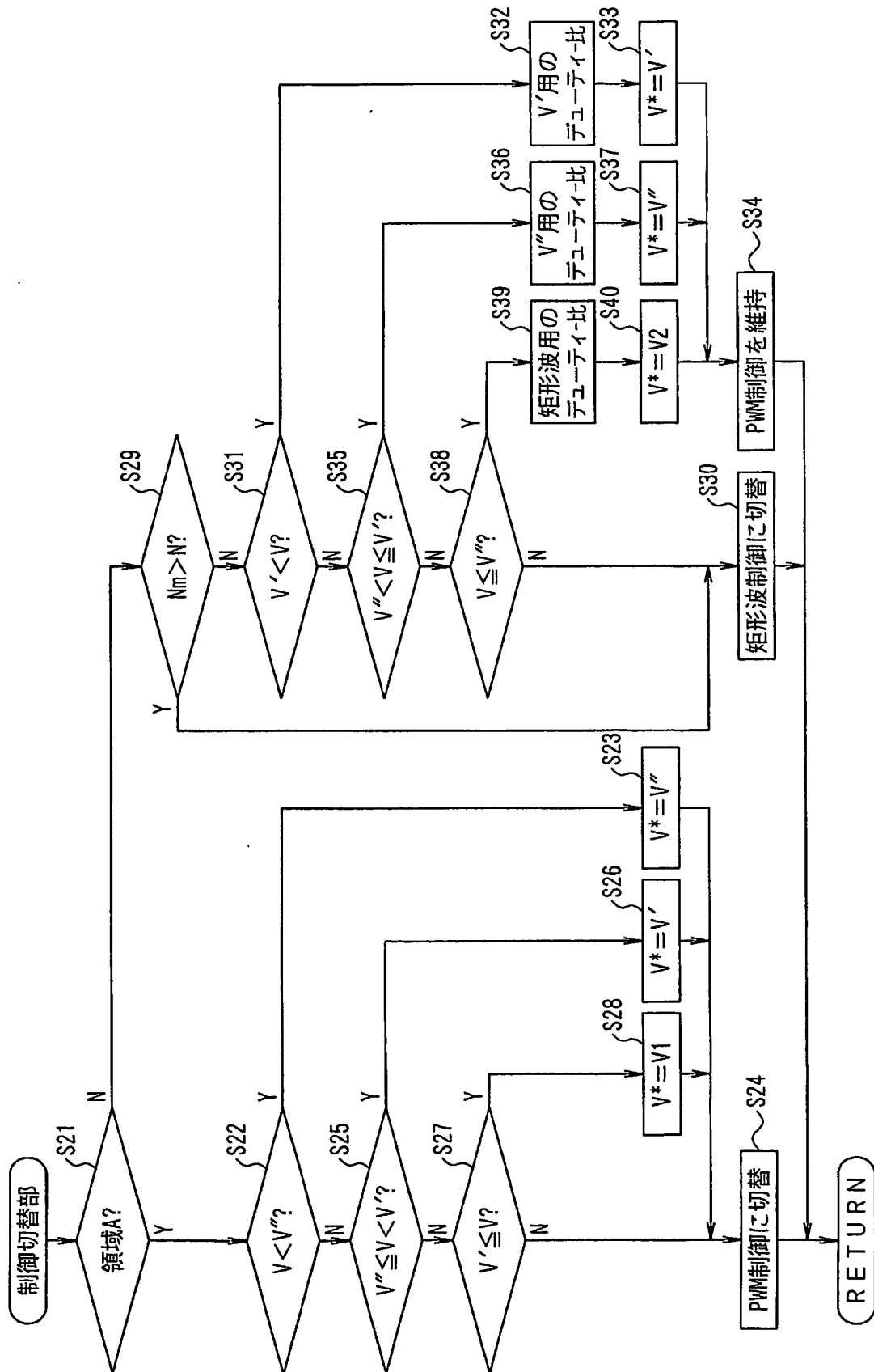
【図 5】



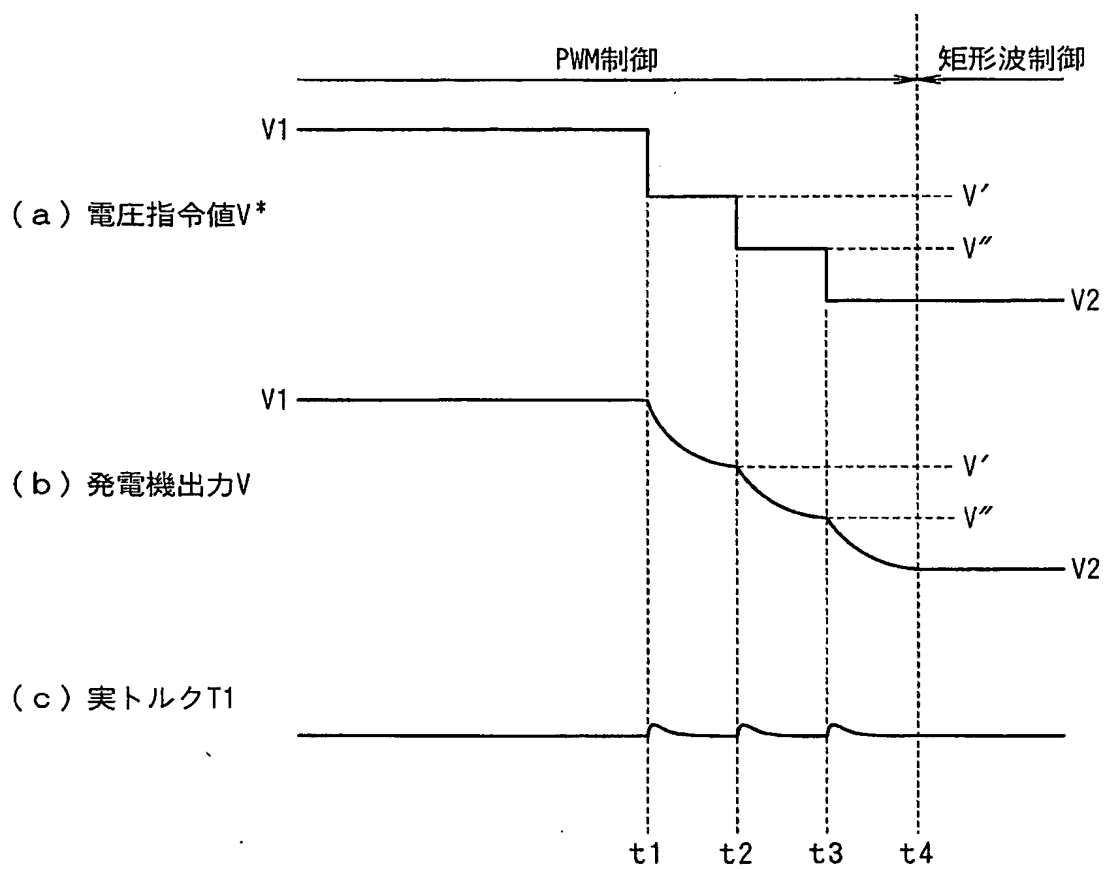
【図 6】



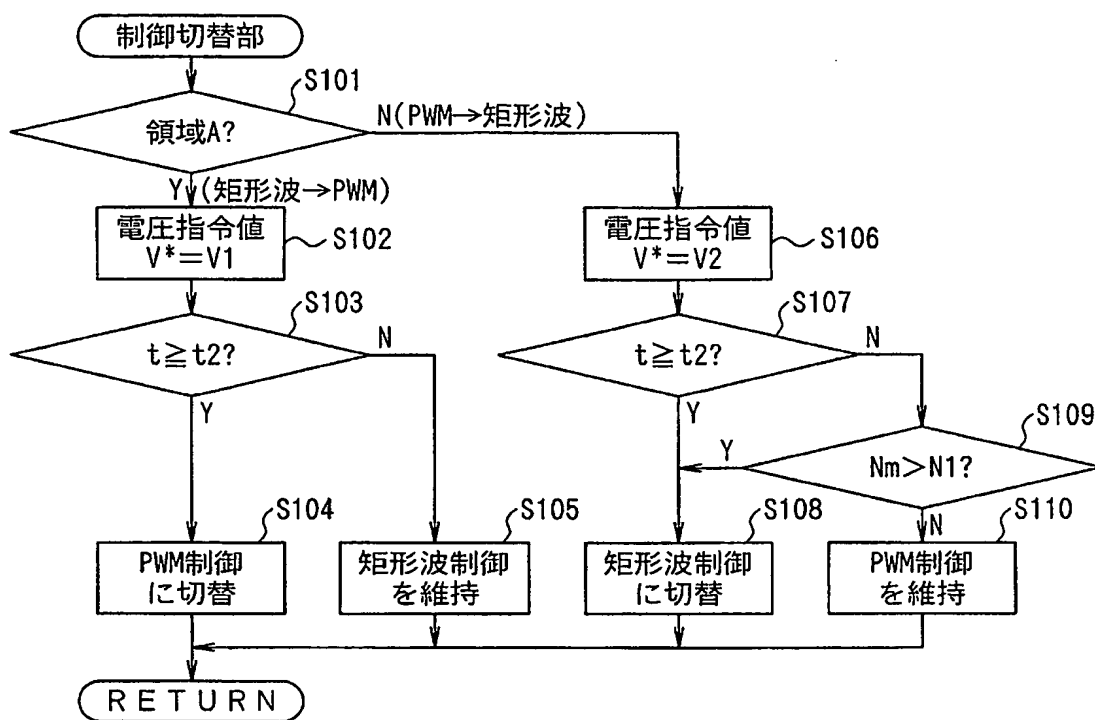
【図 7】



【図 8】



【図 9】



## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動への切り換え時に、トルク増加によるショックを低減することができるモータ制御装置を提供する。

【解決手段】交流モータ4の回転数 $N_m$ とトルク指令値 $\tau_r$ とに基づいて、PWM波電圧駆動と矩形波電圧駆動との切り換えを判断し、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断されたとき、発電機7の発電電圧値 $V$ を低下させ、この発電電圧値 $V$ が所定の電圧閾値 $V_{ref2}$ 以下であると判断したとき、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換える。

【選択図】 図1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2005-327148
受付番号	50502058759
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成 17 年 11 月 16 日

## &lt; 認定情報・付加情報 &gt;

## 【特許出願人】

## 【識別番号】

000003997

## 【住所又は居所】

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

## 【氏名又は名称】

日産自動車株式会社

## 【代理人】

申請人

## 【識別番号】

100066980

## 【住所又は居所】

東京都千代田区岩本町 2 丁目 3 番 3 号 友泉岩本  
町ビル 8 階 日栄国際特許事務所

## 【氏名又は名称】

森 哲也

## 【選任した代理人】

## 【識別番号】

100075579

## 【住所又は居所】

東京都千代田区岩本町 2 丁目 3 番 3 号 友泉岩本  
町ビル 8 階 日栄国際特許事務所

## 【氏名又は名称】

内藤 嘉昭

## 【選任した代理人】

## 【識別番号】

100103850

## 【住所又は居所】

東京都千代田区岩本町 2 丁目 3 番 3 号 友泉岩本  
町ビル 8 階 日栄国際特許事務所

## 【氏名又は名称】

崔 秀▲てつ▼

## 【選任した代理人】

## 【識別番号】

100116012

## 【住所又は居所】

東京都千代田区岩本町二丁目 3 番 3 号 友泉岩本  
町ビル 8 階 日栄国際特許事務所

## 【氏名又は名称】

宮坂 徹

特願 2005-327148

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003997]

1. 変更年月日

1990年 8月31日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

氏 名

日産自動車株式会社